

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

B4

PUBLICATION NUMBER : 10326625
PUBLICATION DATE : 08-12-98

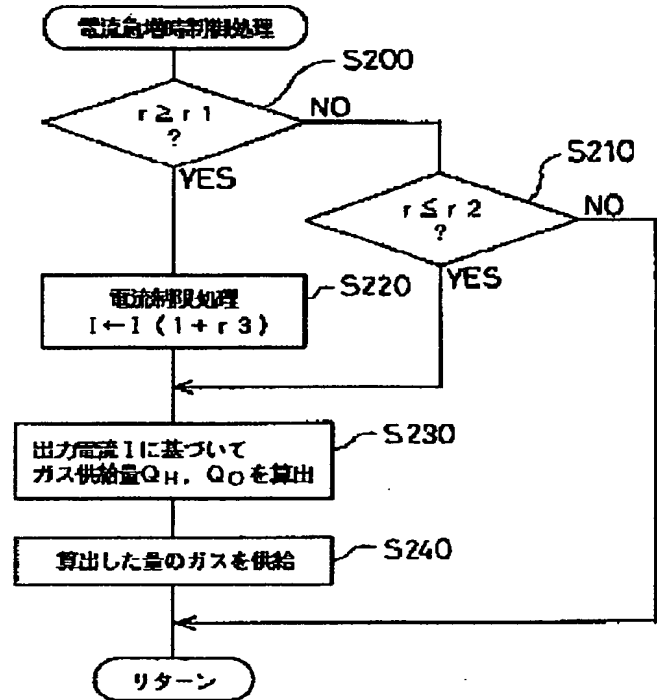
APPLICATION DATE : 23-05-97
APPLICATION NUMBER : 09150489

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : HORIGUCHI MUNEHISA;

INT.CL. : H01M 8/04

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR
OPERATING FUEL CELL AND GAS
SUPPLYING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a voltage drop in a fuel cell caused by shortage of the gas supplied.

SOLUTION: When the load in connection with a fuel cell enlarges to cause steep rise of the output current I (S200), the output amperage I is limited (S220) so as not to increase in excess of the quantity corresponding to the surplus of the gas supply amount, and then gas supply is made (S230 and S240) in the fuel gas amount QH and oxidate gas amount Qo determined on the basis of the output amperage I. Through repetitive execution of a series of treatment, the output amperage I is increased to the size corresponding to the load of the fuel cell. When the output amperage I of the fuel cell 20 increases steeply, therefore, it is possible to increase the output amperage while the fuel gas amount QH and oxidate gas amount Qo to be supplied to the fuel cell are allowed to make follow-up in good response.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-326625

(43)公開日 平成10年(1998)12月8日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

P

J

Z

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-150489

(22)出願日 平成9年(1997)5月23日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 遠畑 良和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 堀口 宗久

愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

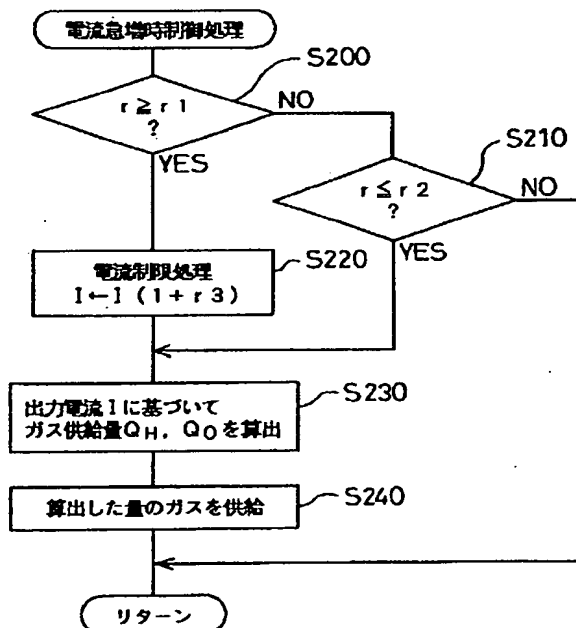
(74)代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54)【発明の名称】 燃料電池運転装置およびその方法並びにガス供給装置

(57)【要約】

【課題】 燃料電池において供給されるガスが不足して電圧降下が発生するのを防止する。

【解決手段】 燃料電池20に接続される負荷が大きくなって出力電流Iが急増するときに(S200)、出力電流値Iは、ガス供給量の過剰分に見合う量以上増加しないように制限し(S220)、その後、その出力電流値Iに基づいて定められた燃料ガス量QHおよび酸化ガス量QOだけガス量の供給を行なう(S230、S240)。この一連の処理を繰り返し実行することで、燃料電池20の負荷に応じた大きさまで出力電流Iを増大する。このため、燃料電池20の出力電流Iが急増するときに、燃料電池20へ供給される燃料ガス量QHおよび酸化ガス量QOを応答性よく追従させつつ、出力電流を増大することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極に反応ガスの供給を受けて、その反応ガスの化学反応から起電力を得る燃料電池を運転する燃料電池運転装置であって、

前記燃料電池の出力電流が急増するときを検出する電流急増時検出手段と、

該電流急増時検出手段により前記出力電流の急増時が検出されたとき、前記燃料電池の出力電流を前記反応ガスの供給量に見合う大きさ以下に抑える電流制限手段と、
該電流制限手段により制限がなされた前記出力電流に基づいて前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御するガス供給量制御手段とを備える燃料電池運転装置。

【請求項2】 電極に反応ガスの供給を受けて、その反応ガスの化学反応から起電力を得る燃料電池を運転する燃料電池運転方法であって、(a) 前記燃料電池の出力電流が急増するときを検出する工程と、(b) 該工程

(a) により前記出力電流の急増時が検出されたとき、前記燃料電池の出力電流を前記反応ガスの供給量に見合う大きさ以下に抑える工程と、(c) 該工程(b) により制限がなされた前記出力電流に基づいて前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御する工程とを備える燃料電池運転方法。

【請求項3】 請求項2記載の燃料電池運転方法であって、さらに、(d) 前記燃料電池の出力電流が所望の大きさに達したか否かを判別する工程と、(e) 前記工程(d) で肯定判別されるまで、前記工程(a)、

(b)、(c) を繰り返し実行させる工程とを備える燃料電池運転方法。

【請求項4】 燃料電池に反応ガスを供給するガス供給通路を備えるガス供給装置であって、
前記ガス供給通路は、
前記燃料電池に接続される負荷の大きさから定まる基本容積に、前記燃料電池の最小ガス消費量と最大ガス消費量との差分と、許容ガス不足時間とに基づいて計算される補償容積を加えた大きさに定められたものであるガス供給装置。

【請求項5】 燃料電池に接続されるガス供給通路と、該ガス供給通路に設けられ、反応ガスを圧送するポンプと、

該ポンプを運転制御することにより、前記ガス供給通路中のガス圧を所定の運転圧力に制御する制御手段とを備えるガス供給装置において、

前記制御手段は、
前記ガス供給通路中のガス圧を、前記所定の運転圧力に、前記燃料電池の最小ガス消費量と最大ガス消費量との差分と、許容ガス不足時間とに基づいて計算される補償圧力を加えた大きさに補正する圧力補正手段を設けたことを特徴とするガス供給装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電極に反応ガスの供給を受けて、その反応ガスの化学反応から起電力を得る燃料電池を運転する燃料電池運転装置およびその方法と、燃料電池に反応ガスを供給するガス供給通路を備えるガス供給装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、燃料の有しているエネルギーを直接電氣的エネルギーに変換する装置として燃料電池が知られている。燃料電池は、通常、電解質を挟んで一对の電極を配置するとともに、一方の電極（水素極と呼ぶ）の表面に水素の燃料ガスを接触させ、また他方の電極（酸素極と呼ぶ）の表面に酸素を含有する酸化ガスを接触させ、このとき起こる電気化学反応を利用して、電極間から電気エネルギーを取り出すようにしている。

【0003】こうした燃料電池では、反応ガス（上記燃料ガスおよび酸化ガス）の消費量が多い場合には、大きい電気エネルギーを出力し、反応ガスの消費量が少ない場合には、小さい電気エネルギーを出力する。このため、燃料電池では、接続される負荷の大きさが増して出力電流が増大したとき、燃料電池へのガス供給量を増加することにより、反応ガスの消費を補っている。即ち、燃料電池へのガス供給量を、燃料電池の出力電流値からフィードバック制御することがなされている（例えば、特開平4-51466号公報など）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の技術では、燃料電池の負荷が急増して燃料電池の出力電流が急激に増大した場合に、その出力電流の変化に対して、燃料電池へ供給される反応ガス量が応答性よく追従しなかった。反応ガスである水素ガスおよび酸化ガスの供給が遅れると、電極付近では活性物質の濃度が低下し、濃度分極により電圧降下が発生した。また、電圧降下といった現象の他に、酸化ガスの供給が遅れると、ポンピング現象も生じた。これは、水素極側から電解質膜を透過してきた水素ガスが、酸素極側の触媒部で酸化ガスが不足したために酸化ガスと反応することができず、その水素ガスが酸化ガスの流路に溜まってしまう現象である。このポンピング現象が起きると、その部分に発熱を起こし、この結果、電極部分に損傷を与えて、燃料電池の寿命を短縮化する恐れがあった。

【0005】この発明は、こうした問題を解決し、燃料電池において供給されるガスが不足して電圧降下が起こったり、部分的な発熱などの不都合が生じてしまうのを防止することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】かかる目的を達成するため、この発明は、以下の構成を採用した。まず、この発明の燃料電池運転装置は、電極に反応ガスの供給を受けて、その反応ガスの化学反応から起電力を得る燃料電池を運転する燃料電池運転装置であ

って、前記燃料電池の出力電流が急増するときを検出する電流急増時検出手段と、該電流急増時検出手段により前記出力電流の急増時が検出されたとき、前記燃料電池の出力電流を前記反応ガスの供給量に見合う大きさ以下に抑える電流制限手段と、該電流制限手段により制限がなされた前記出力電流に基づいて前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御するガス供給量制御手段とを備えることを要旨としている。

【0007】他方、この燃料電池運転装置に対応したこの発明の燃料電池運転方法は、電極に反応ガスの供給を受けて、その反応ガスの化学反応から起電力を得る燃料電池を運転する方法であって、(a) 前記燃料電池の出力電流が急増するときを検出する工程と、(b) 該工程 (a) により前記出力電流の急増時が検出されたとき、前記燃料電池の出力電流を前記反応ガスの供給量に見合う大きさ以下に抑える工程と、(c) 該工程 (b) により制限がなされた前記出力電流に基づいて前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御する工程とを備えることを要旨としている。

【0008】この燃料電池運転装置および燃料電池運転方法によれば、燃料電池の出力電流が急増するときに、その出力電流の増大が抑えられて、その抑えられた出力電流に基づいて反応ガスの供給量が増大される。このため、燃料電池の出力電流が急増するときにも、燃料電池へ供給される反応ガス量が応答性よく追従される。

【0009】したがって、燃料電池において供給される反応ガス量が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0010】前述した構成の燃料電池運転方法において、さらに、(d) 前記燃料電池の出力電流が所望の大きさに達したか否かを判別する工程と、(e) 前記工程 (d) で肯定判別されるまで、前記工程 (a)、(b)、(c) を繰り返し実行させる工程とを備える構成とすることができる。

【0011】この構成によれば、燃料電池の出力電流が急増するときにも、供給ガス量を応答性よく追従させながら、燃料電池の出力電流を所望の大きさまで制御することができる。

【0012】この発明のガス供給装置の第1の構成は、燃料電池に反応ガスを供給するガス供給通路を備えるガス供給装置であって、前記ガス供給通路は、前記燃料電池に接続される負荷の大きさから定まる基本容積に、前記燃料電池の最小ガス消費量と最大ガス消費量との差分と、許容ガス不足時間とに基づいて計算される補償容積を加えた大きさに定められたものであることを要旨としている。

【0013】この構成によれば、燃料電池の出力電流が、燃料電池のガス消費量が最小から最大に変化する最も急激に増大するときにも、補償容積分の反応ガスが燃料電池へ供給されることから、燃料電池の出力電流の急

激な増大に対しても、燃料電池へ供給される反応ガス量が応答性よく追従される。

【0014】したがって、燃料電池において供給される反応ガス量が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0015】この発明のガス供給装置の第2の構成は、燃料電池に接続されるガス供給通路と、該ガス供給通路に設けられ、反応ガスを圧送するポンプと、該ポンプを運転制御することにより、前記ガス供給通路中のガス圧を所定の運転圧力に制御する制御手段とを備えるガス供給装置において、前記制御手段は、前記ガス供給通路中のガス圧を、前記所定の運転圧力に、前記燃料電池の最小ガス消費量と最大ガス消費量との差分と、許容ガス不足時間とに基づいて計算される補償圧力を加えた大きさに補正する圧力補正手段を設けたことを要旨としている。

【0016】この構成によれば、燃料電池の出力電流が、燃料電池のガス消費量が最小から最大に変化する最も急激に増大するときにも、補償圧力によって余分に加圧された反応ガスが燃料電池へ供給されることから、燃料電池の出力電流に対応して、燃料電池へ供給される反応ガス量が応答性よく追従される。

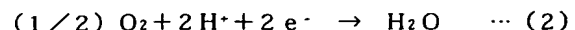
【0017】したがって、この発明のガス供給装置の第2の構成と同様に、燃料電池において供給される反応ガス量が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0018】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の好適な第1実施例である燃料電池運転装置10を搭載した電気自動車の構成の概略を表わすブロック図である。本実施例の燃料電池運転装置10は、車両に搭載されて車両駆動用の電源として働く。燃料電池運転装置10は、燃料電池20、2次電池30、車両駆動用のモータ34、インバータ36、ダイオード40、リレー42、電流センサ44および制御部50を主な構成要素とする。以下、燃料電池運転装置10の各構成要素について説明する。

【0019】燃料電池20は、モータ34に電力を供給する電源装置である。これは、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル28を複数積層したスタック構造を有している。燃料電池20は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

【0020】



【0021】(1)式は陰極側における反応、(2)式

は陽極側における反応を示し、(3)式は電池全体で起こる反応を表わす。図2は、この燃料電池20を構成する単セル28の構成を例示する断面図である。単セル28は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0022】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。セパレータ24、25は、図2ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード23との間で酸化ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ24、25は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル28を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0023】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜21ではなく、電解質膜21を接するアノード22およびカソード23側に塗布することとしてもよい。

【0024】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボンクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0025】セパレータ24、25は、ガス不透過の導

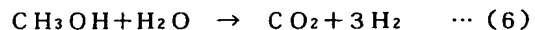
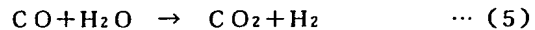
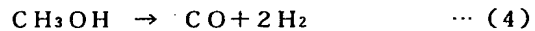
電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、隣接する単セルのカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面ともに平行に形成する必要はなく、面毎に直行するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

【0026】以上、燃料電池20の基本構造である単セル28の構成について説明した。実際に燃料電池20として組み立てるときには、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25の順序で構成される単セル28を複数組積層し（本実施例では100組）、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板26、27を配置することによって、スタック構造を構成する。

【0027】図1のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池を用いて発電を行なうには、上記スタック構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置を必要とする。図3は、燃料電池20とその周辺装置とからなる燃料電池部60の構成を例示するブロック図である。燃料電池部60は、上記燃料電池20と、メタノールタンク61および水タンク62と、改質器64と、エアコンプレッサ66とを主な構成要素とする。

【0028】改質器64は、メタノールタンク61および水タンク62から、メタノールおよび水の供給を受ける。改質器64では、供給されたメタノールを原燃料として水蒸気改質法による改質を行ない、水素リッチな燃料ガスを生成する。以下に、改質器64で行なわれる改質反応を示す。

【0029】



【0030】改質器64で行なわれるメタノールの改質反応は、(4)式で表わされるメタノールの分解反応と(5)式で表わされる一酸化炭素の変成反応とが同時に進行し、全体として(6)式の反応が起きる。このような改質反応は全体として吸熱反応である。改質器64で生成された水素リッチな燃料ガスは燃料供給路68を介して燃料電池20に供給され、燃料電池20内では各単セル28において、前記燃料ガス流路24Pに導かれてアノード22における電池反応に供される。アノード22で行なわれる反応は記述した(1)式で表わされるが、この反応に必要な水を補って電解質膜21の乾燥を防ぐために、燃料供給路68に加湿器を設け、燃料ガスを加湿した後に燃料電池20に供給することとしてもよ

い。

【0031】また、エアコンプレッサ66は、外部から取り込んだ空気を燃料電池20に加圧供給する。エアコンプレッサ66に取り込まれて加圧された空気は、空気供給路69を介して燃料電池20に供給され、燃料電池20内では各単セル28において、前記酸化ガス流路25Pに導かれてカソード23における電池反応に供される。一般に燃料電池では、両極に供給されるガスの圧力が增大するほど反応速度が上昇するため電池性能が向上する。そこで、カソード23に供給する空気は、このよう

にエアコンプレッサ66によって加圧を行なっている。なお、アノード22に供給する燃料ガスの流量は、既述した燃料供給路68に設けた図示しないポンプの吐出量を制御することによって容易に調節可能である。

【0032】燃料電池20内のアノード22で電池反応に使用された後の燃料排ガスと、エアコンプレッサ66によって圧縮された空気の一部とは改質器64に供給される。既述したように、改質器64における改質反応は吸熱反応であって外部から熱の供給が必要であるため、改質器64内部には図示しないバーナが加熱用に備えら

れている。上記燃料ガスと圧縮空気とは、このバーナの燃焼のために用いられる。燃料電池20の陽極側から排出された燃料排ガスは燃料排出路71によって改質器64に導かれ、圧縮空気は空気供給路69から分岐する分岐空気路70によって改質器64に導かれる。燃料排ガスに残存する水素と圧縮空気中の酸素とはバーナの燃焼に用いられ、改質反応に必要な熱量を供給する。

【0033】本実施例の燃料電池20は、接続される負荷（または燃料電池20の出力電流）の大きさに応じて、燃料ガス量および酸化ガス量を調節することによって、その出力を制御することができる。この出力の制御は制御部50によって行なわれる。すなわち、既述した空気供給路69に接続するエアコンプレッサ66や、燃料供給路68に設けたポンプに対して、制御部50からの駆動信号を出力し、その駆動量を調節することで供給ガス量を制御して負荷の大きさに応じた出力を得てい

る。図1では、制御部50からの出力信号は燃料電池20に入力されるように表わされているが、実際には、制御部50からの出力信号は、燃料電池部60においてガス量の調節などに関わる上記した機器類に入力される。

【0034】2次電池30は、上記燃料電池20とともにモータ34に電力を供給する電源装置である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム2次電池など他種の2次電池を用いることもできる。この2次電池30の容量は、電気自動車の予想される走行状態、すなわち予想される負荷の大きさや、併設される燃料電池20の容量などによって決定される。

【0035】モータ34は、三相同期モータである。燃料電池20や2次電池30が出力する直流電流は、イン

バータ36によって三相交流に変換されてモータ34に供給される。このような電力の供給を受けてモータ34は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池運転装置10を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪および/または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ34は、後述するインバータ36を介して電気自動車の制御装置35の制御を受ける。制御装置35は、アクセルペダル35aの操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ35bなどとも接続されている。また、制御装置35は、燃料電池運転装置10の動作に関する基本的な制御を行なう制御部50とも接続されており、この制御部50との間でモータ34の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。

【0036】インバータ36は、燃料電池20や2次電池30から供給される直流電流を、3相交流電流に変換してモータ34に供給する。ここでは、制御部50からの指示に基づいて、モータ34に供給する3相交流の振幅（実際にはパルス幅）および周波数を調節することによって、モータ34で発生する駆動力を制御可能となっている。このインバータ36は、6個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形MOSFET（IGBT））を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池20および2次電池30から供給される直流電流を任意の振幅および周波数の三相交流に変換する。インバータ36が備える各スイッチング素子はそれぞれ制御部50に接続されており、制御部50からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

【0037】ダイオード40は、燃料電池20と2次電池30とを並べる回路中の所定の位置に、燃料電池20側からインバータ36側に電流を流すことができる向きに配置されている。

【0038】リレー42は、燃料電池運転装置10を構成する回路の所定の位置に設けられており、このリレー42が備える接点を開閉することによって、燃料電池20および2次電池30とモータ34とを接続したり切り離したりすることができる。リレー42における接続状態は、制御部50によって制御されている。

【0039】電流センサ44は、燃料電池20の出力端子に設けられ、燃料電池20の出力電流を検出する。

【0040】制御部50は、マイクロコンピュータを中心とした論理演算回路として構成され、CPU52、ROM54、RAM56および入出力ポート58を中心として構成されている。CPU52は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM54には、CPU52で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM56には、同じくCPU52で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書

きされる。入出力ポート 58 は、電流センサ 44 など各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU 52 での演算結果に応じてリレー 42 など各種アクチュエータに駆動信号を出力して燃料電池運転装置 10 の各部の駆動状態を制御する。

【0041】なお、上記制御プログラムは、ROM 54 に格納されていたが、これに替えて、RAM 56 に格納する構成としてもよい。この場合、制御プログラムは、フロッピディスクや CD-ROM 等の、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された形態で提供される構成とすることが可能である。

【0042】図 1 において、制御部 50 と燃料電池 20 との間に信号のやり取りを示したが、これは燃料電池 20 の運転状態に関する制御を表わしており、正確には燃料電池部 60 を構成する各機器の動作に関する制御を表わしている。既述したように、エアコンプレッサ 66 やポンプに駆動信号を出力して酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器 64 に供給するメタノールおよび水の量を制御したりを、制御部 50 が行なっている。

【0043】以上燃料電池運転装置 10 の構成について

$$r = \frac{(I - I')}{I} \times 100$$

【0046】その後、「リターン」に抜けて、この電流検出処理の実行を一旦終了する。

【0047】図 5 に示す電流急増時制御処理は、所定時間 t_2 ($> t_1$)、例えば、100 msec 毎に実行されるものである。図 5 に示すように、処理が開始されると、CPU 52 は、電流検出処理のステップ S110 で算出した最新の出力電流変化率 r が、第 1 の所定値 r_1 (例えば、10 [%]) 以上の値であるか、第 2 の所定値 r_2 (例えば、-10 [%]) 以下の値であるか、あるいは第 1 の所定値 r_1 から第 2 の所定値 r_2 までの間の値であるかを判別する (ステップ S200, S210)。

【0048】ステップ S200 で、出力電流変化率 r が第 1 の所定値 (以下、単に所定値と呼ぶ) r_1 以上の値であると判別されると、ステップ S220 に処理を進める。

【0049】ステップ S220 では、CPU 52 は、燃料電池 20 の出力電流 I の増加量を所定値 r_3 (r_1 より大きな値で、例えば、20 [%]) 以下に抑える電流制限処理を実行する。この処理は、出力電流 I が、ステップ S200 で肯定判別される直前の出力電流 I の $(1 + r_3/100)$ 倍以上増加しようとするときに、その出力電流 I をその $(1 + r_3/100)$ 倍の値に保持するものである。

【0050】上記所定値 r_3 がどのような値をとるかにについて、次に説明する。この燃料電池運転装置 10 では、前述したように、燃料電池の 20 の出力電流の大きさに応じた燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_O が供給されているが、両ガス供給量 Q_H , Q_O は、理論上必要

説明したが、次に、この燃料電池運転装置 10 の動作について説明する。図 4 は、燃料電池運転装置 10 の制御部 50 の CPU 52 で実行される電流検出処理を示すフローチャートである。図 5 は、同じく CPU 52 で実行される電流急増時制御処理を示すフローチャートである。これらフローチャートで示される処理は、CPU 52 が ROM 54 に格納された制御プログラムを実行することにより実現される。

【0044】図 4 に示す電流検出処理は、所定時間 t_1 、例えば、10 msec 毎に実行されるものである。図示するように、処理が開始されると、CPU 52 は、まず、電流センサ 44 で検出された燃料電池 20 の出力電流 I を取り込み (ステップ S100)、次いで、その出力電流 I と前回この処理を実行したときに得られた出力電流 I' との比率に基づいて、出力電流 I の所定時間当たりの変化率 (以下、出力電流変化率と呼ぶ) r を算出する (ステップ S110)。即ち、 r は、下記の (7) 式により算出された値となる。

【0045】

【数 1】

$$r = \frac{(I - I')}{I} \times 100 \quad \dots (7)$$

とされる量に加えて、ストイキ比と安全率とを考慮したものとなっている。ストイキ比とは、本来の使用されるガス量 (これがストイキ比が 1 に相当する) に対し、燃料電池 20 およびそのガス供給ライン全体の圧損、その他、実際に出力電流を取り出すために流す必要のあるガス量の比率を言い、燃料電池毎の性能によって決まる。安全率とは、何等かの支障でガス供給に支障が生じることとを考慮して、20 ないし 30 [%] の増量を見込むものである。

【0051】このため、現状の出力電流値 I に対して、燃料ガス量および酸化ガス量を増加することなしに、少なくとも安全率分は電流増加することが可能となる。したがって、ステップ S220 では、所定値 r_3 を上記安全率に見合う値、ここでは、20 [%] としている。

【0052】その後、CPU 52 は、ステップ S220 で定められた出力電流値 I に基づいて、燃料電池 20 に供給する燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_O を算出する処理を行なう (ステップ S230)。詳しくは、ステップ S210 で定められた出力電流値 I を、下記の

(8) 式および (9) 式に代入することで、燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_O を算出する。なお、式中、 F は、ファラデー定数 (= 96500 [C/mol])、 V は、標準状態の 1 mol 当たりのガス容積 (= 22.4 [l])、 m は、ガスの分子数、 t は、時間の単位を分に換算するための係数 (= 60)、 s_1 は、この燃料電池 20 のストイキ比 (例えば、3.0)、 s_2 は、安全率 (例えば、0.2) である。

【0053】

【数2】

$$\begin{aligned}
 Q_H &= \frac{I}{F} \times \frac{V}{m} \times t \times s_1 \times s_2 \\
 &= \frac{I}{96500} \times \frac{22.4}{2} \times 60 \times 3.0 \times 0.2 \\
 &= 4.18 \times 10^{-3} \times I \quad [l/min] \quad \dots (8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= \frac{I}{F} \times \frac{V}{m} \times t \times s_1 \times s_2 \\
 &= \frac{I}{96500} \times \frac{22.4}{4} \times 60 \times 3.0 \times 0.2 \\
 &= 2.09 \times 10^{-3} \times I \quad [l/min] \quad \dots (9)
 \end{aligned}$$

【0054】ステップS230で、燃料電池20に供給するガス供給量 Q_H 、 Q_0 が算出されると、これらガス供給量 Q_H 、 Q_0 に従って燃料ガス量および酸化ガス量の調節が行なわれる(ステップS240)。ここでは、制御部50が燃料電池部60を構成する各部に駆動信号を出力することによって、燃料電池20に供給するガス量を上記算出された量に修正する。その後、CPU52は、「リターン」に処理を進めて、この処理のルーチンを一旦終了する。

【0055】一方、ステップS200およびS210で、出力電流変化率 r が第1の所定値 r_1 から第2の所定値 r_2 までの間の値であると判別されたときには、出力電流およびガス供給量の特別な補正制御は不要であるとして、CPU52は、「リターン」に処理を進めて、この処理のルーチンを一旦終了する。

【0056】他方、ステップS200およびS210で、出力電流変化率 r が第2の所定値 r_2 以下の値であると判別されたときには、出力電流の特別な補正制御は行なうことなしに、ステップS230に処理を進める。即ち、出力電流変化率 r が第2の所定値 r_2 以下となるような、出力電流 I の急減時には、直ちに、その出力電流に対応するガス供給量 Q_H 、 Q_0 までガス供給量を減少する。ステップS230およびS250の実行後、「リターン」に抜けて処理を一旦終了する。

【0057】以上のように構成されたこの第1実施例の燃料電池運転装置10によれば、燃料電池20に接続される負荷が大きくなって出力電流 I が急増するときに、出力電流値 I は、ガス供給量の過剰分(ほぼ上記安全率分)に見合う量以上増加しないように制限し、その後、その出力電流値 I に基づいて定められた燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_0 だけガス量の供給を行なう。そうして、この一連の処理を繰り返し実行することで、燃料電池20の負荷に応じた大きさまで出力電流 I を増大する。

【0058】このため、燃料電池20の出力電流 I が急増するときに、その出力電流 I の増大が抑えられて、その抑えられた出力電流に基づいて燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_0 が増大される。したがって、燃料電池20

の出力電流が急増するときにも、燃料電池20へ供給される燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_0 が応答性よく追従される。

【0059】この結果、燃料電池20において供給される燃料ガス量 Q_H および酸化ガス量 Q_0 が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0060】なお、この第1実施例では、電流急増時検出手段として、電流センサ44の検出信号に基づいて出力電流値 I を検出して、その出力電流値 I の変化から出力電流の急増時を検出していたが、これに替えて、電流急増時検出手段を、前記燃料電池に接続される負荷の大きさを定める負荷指令値を検出して、その負荷指令値の変化から出力電流の急増時を検出する構成としてもよい。即ち、アクセルペダルポジションセンサ35bによるアクセルペダル35aの操作量等を検出して、その検出信号の変化量が所定値以上のときに、出力電流が急増されるときであると判定する。この構成によれば、燃料電池の負荷指令値に基づいて、燃料電池の出力電流の急増時が判定されることになる。

【0061】なお、この変形例によれば、本発明の燃料電池運転装置において、前記電流急増時検出手段は、前記燃料電池に接続される負荷の大きさを定める負荷指令値を検出する負荷指令値検出手段と、該負荷指令値検出手段により検出された負荷指令値に基づいて、前記燃料電池の出力電流の急増時を判定する判定手段とを備える構成とする実施形態となっている。

【0062】次に、この発明の第2実施例について説明する。前記第1実施例では、燃料電池の出力電流が急増するときに、出力電流とガス供給量とを制御することにより、ガス供給量の不足を防いでいたが、これに対して、この第2実施例では、不足するガス供給量を予測しておいて、このガス供給量に相当する分だけガス供給路の容積を予め大きくしておくものである。以下、この第2実施例を詳細に説明する。

【0063】上記不足するガス量は、燃料電池のガス消費量が最小から最大に移行したときの燃料電池変化に対応できる量であることから、次のように求める。まず、

燃料電池に接続される負荷の最小時の燃料消費量と最大時の燃料消費量との差分を求め、この差分に許容ガス不足時間を乗ずることにより、不足するガスの総量を求める。この総量に圧力低減可能な比率を乗ずることによ

$$V_H = \frac{(Q_{Hmax} - Q_{Hmin}) \cdot t_H \cdot P_{Hmin}}{P_{CH}} \quad \dots (10)$$

【0065】(10)式において、 Q_{Hmin} は最小負荷時の燃料消費量、 Q_{Hmax} は最大負荷時の燃料消費量、 t_H は燃料ガスの許容不足時間、 P_{Hmin} は燃料ガスの補償最低運転圧力、 P_{CH} は燃料ガスの常用運転圧力である。

$$V_O = \frac{(Q_{Omax} - Q_{Omin}) \cdot t_O \cdot P_{Omin}}{P_{CO}} \quad \dots (11)$$

【0067】(11)式において、 Q_{Omin} は最小負荷時の酸化剤消費量、 Q_{Omax} は最大負荷時の酸化剤消費量、 t_O は酸化ガスの許容不足時間、 P_{Omin} は酸化ガスの補償最低運転圧力、 P_{CO} は、酸化ガスの常用運転圧力である。

【0068】図6は、燃料電池300の積層体を示す説明図である。図示するように、この実施例では、積層体を積層方向(図中、紙面に垂直な方向)に貫通する燃料供給通路310と酸化ガス供給通路320が設けられている。燃料供給通路310および酸化ガス供給通路320は、図中、波線で示す大きさ(基本容積と呼ぶ)に従来、定められていたが、この実施例では、波線で示す容積に、図中ハッチングで示す補償容積を加えた大きさに定められている。この補償容積は、燃料供給通路310では、(10)式により算出された燃料ガス側の不足な流路容積 V_H 以上の大きさとなっており、酸化ガス供給通路320では、(11)式により算出された酸化ガス側の不足な流路容積 V_O 以上の大きさとなっている。

【0069】なお、基本容積は、燃料電池に接続される負荷の大きさおよび燃料電池性能等により定められるもので、周知の方法により計算され、ここでは詳しい説明については省略する。

【0070】以下に、実際の数値の例を挙げて補償容積はどのような大きさになっているかを説明する。ここでは、燃料ガス側について説明する。

【0071】 $Q_{Hmin} = 100 [l/min]$ 、 $Q_{Hmax} = 250 [l/min]$ 、 $t_H = 6 [sec]$ 、 $P_{Hmin} = 1.5 [ata]$ 、 $P_{CH} = 1.5 [ata]$ とすると、 $V_H = (250 - 100) \cdot 6 / 60 \cdot 1.5 / 2.0 = 11.25 [l]$ となる。

【0072】即ち、従来の燃料電池の燃料ガス供給通路に対して、この実施例では、約11.3[l]以上(以

$$P_H = \frac{(Q_{Hmax} - Q_{Hmin}) \cdot t_H}{V_{CH}} \quad \dots (12)$$

【0078】(12)式において、 Q_{Hmin} は最小負荷時の燃料消費量、 Q_{Hmax} は最大負荷時の燃料消費量、 t_H は燃料ガスの許容不足時間、 V_{CH} は燃料供給路の容積である。

り、不足なガス流路容積を求める。

【0064】即ち、燃料ガス側の不足な流路容積 V_H は、下記の(10)式により計算される値となる。

【数3】

【0066】また、酸化ガス側の不足な流路容積 V_O は、下記の(11)式により計算される値となる。

【数4】

上であれば、これよりも大きいものでもよい)の補償容積を加えた容積の燃料ガス供給通路に定められている。

【0073】こうした構成の第2実施例では、燃料電池の出力電流が、燃料電池のガス消費量が最小から最大に変化する最も急激に増大するときにも、補償容積分の燃料ガスおよび酸化ガスが燃料電池へ供給されることから、燃料電池の出力電流の急激な増大に対しても、燃料電池へ供給される反応ガス量が応答性よく追従される。

【0074】したがって、第2実施例では、第1実施例と同様に、燃料電池において供給される燃料ガス量および酸化ガス量が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0075】次に、この発明の第3実施例について説明する。前記第2実施例では、燃料電池の出力電流が急増するときに、不足するガス供給量を予測しておいて、このガス供給量に相当する分だけガス供給路の容積を予め大きくしておくものであるが、これに替えて、この第3実施例では、ガス供給路の容積はそのまま、ガス供給路内に圧力を加えることにより、上記不足するガス供給量を補償するものである。以下、この第3実施例を詳細に説明する。

【0076】上記不足するガス量は、次のように求める。まず、第2実施例と同様に、燃料電池に接続される負荷の最小時の燃料消費量と最大時の燃料消費量との差分を求め、この差分に許容ガス不足時間を乗ずることにより、不足するガスの総量を求める。そして、この総量をガス供給路の容積で割り算することにより、不足なガス圧力を求める。

【0077】即ち、燃料ガス側の不足な流路圧力 P_H は、下記の(12)式により計算される値となる。

【数5】

【0079】また、酸化ガス側の不足な流路圧力 P_O は、下記の(13)式により計算される値となる。

【数6】

15

$$P_0 = \frac{(Q_{0\max} - Q_{0\min}) \cdot t_0}{V_{C0}} \quad \dots (13)$$

【0080】(13)式において、 $Q_{0\min}$ は最小負荷時の酸化剤消費量、 $Q_{0\max}$ は最大負荷時の酸化剤消費量、 t_0 は酸化ガスの許容不足時間、 V_{C0} は酸化ガス供給路の容積である。

【0081】この第3実施例では、前記第1実施例と同様に、燃料ガス圧力は、燃料供給路に設けたポンプの吐出量を制御することにより制御可能となっており、また、酸化ガス圧力は、酸化ガス供給路に設けたエアコンプレッサによる加圧を制御することにより制御可能となっている。

【0082】図7は、上記燃料供給路に設けたポンプと酸化ガス供給路に設けたエアコンプレッサとを制御する制御部にて実行されるガス圧力制御処理を示すフローチャートである。図示するように、この制御部のCPUは、処理が開始されると、まず、(12)式および(13)式から不足な流路圧力 P_H 、 P_0 を算出する(ステップS400)。次いで、燃料電池性能から定まる運転圧力 P_{dH} 、 P_{d0} を算出し(ステップS410)、この運転圧力 P_{dH} 、 P_{d0} に上記不足な流路圧力 P_H 、 P_0 を加えて、燃料ガス側の目標制御圧力と酸化ガス側の目標制御圧力とをそれぞれ算出する(ステップS420)。

【0083】目標制御圧力が求められると、CPUは、燃料供給路に設けたポンプと酸化ガス供給路に設けたエアコンプレッサとをそれぞれ駆動制御して、上記目標制御圧力以上の値に各ガス圧を制御する。その後、「リターン」に抜けてこの処理を一旦終了する。

【0084】以下に、実際の数値の例を挙げてガス圧力がどのような値に制御されるかを説明する。ここでは、燃料ガス側について説明する。

【0085】 $Q_{H\min} = 100 [l/min]$ 、 $Q_{H\max} = 250 [l/min]$ 、 $t_H = 6 [sec]$ 、 $P_{H\min} = 1.5 [ata]$ 、 $V_{CH} = 50 [l]$ とすると、 $P_H = (250 - 100) \cdot 6 / 60 \cdot 1.5 / 50 = 0.3 [ata]$ となる。一方、ステップS410で求められる運転圧力が保障最低運転圧力である $1.5 [ata]$ とすると、制御圧力は $0.3 + 1.5 = 1.8 [ata]$ となる。

【0086】即ち、ガス圧力制御処理によれば、燃料電池に接続される燃料供給路の圧力は $1.8 [ata]$ 以上(以上であれば、これよりも高い圧力でもよい)に制御されることになる。

【0087】こうした構成の第3実施例では、燃料電池の出力電流が、燃料電池のガス消費量が最小から最大に変化する最も急激に増大するときにも、不足圧力分だけ加算されたガス圧力でガスが供給されることになる。このため、燃料電池の出力電流が急激に増大したときにも、燃料電池へ供給される燃料ガス量および酸化ガス量

16

が応答性よく追従される。

【0088】したがって、第3実施例では、第1および第2実施例と同様に、燃料電池において供給される燃料ガス量および酸化ガス量が不足して、電圧降下や部分的な発熱などの不都合が生じてしまうことがない。

【0089】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる様態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な第1実施例である燃料電池運転装置10を搭載した電気自動車の構成の概略を表わすブロック図である。

【図2】単セル28の構成を表わす断面模式図である。

【図3】燃料電池部60の構成を表わすブロック図である。

【図4】制御部50のCPU52で実行される電流検出処理を示すフローチャートである。

【図5】CPU52で実行される電流急増時制御処理を示すフローチャートである。

【図6】第2実施例の燃料電池300の積層体を示す説明図である。

【図7】第3実施例の制御部のCPUにて実行されるガス圧力制御処理を示すフローチャートである。

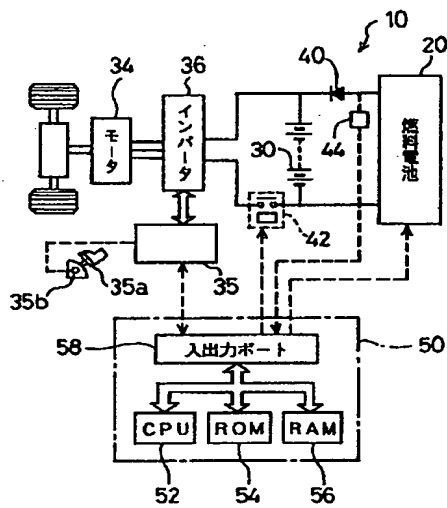
【符号の説明】

- 10…燃料電池運転装置
- 20…燃料電池
- 21…電解質膜
- 22…アノード
- 23…カソード
- 24, 25…セパレータ
- 24P…燃料ガス流路
- 25P…酸化ガス流路
- 26, 27…集電板
- 28…単セル
- 34…モータ
- 35…制御装置
- 35a…アクセルペダル
- 35b…アクセルペダルポジションセンサ
- 36…インバータ
- 40…ダイオード
- 42…リレー
- 44…電流センサ
- 50…制御部
- 52…CPU
- 54…ROM
- 56…RAM
- 58…入出力ポート

17

- 60…燃料電池部
- 61…メタノールタンク
- 62…水タンク
- 64…改質器
- 66…エアコンプレッサ
- 68…燃料供給路

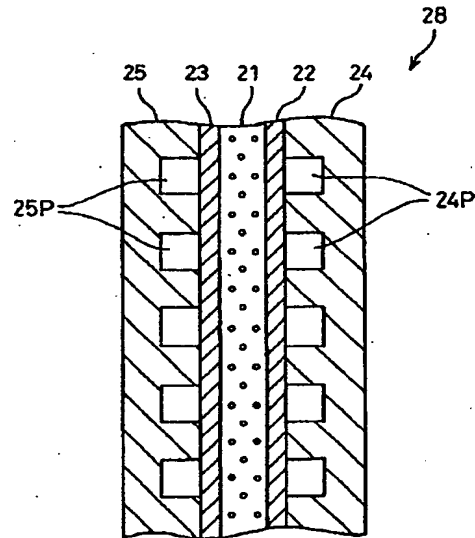
【図1】



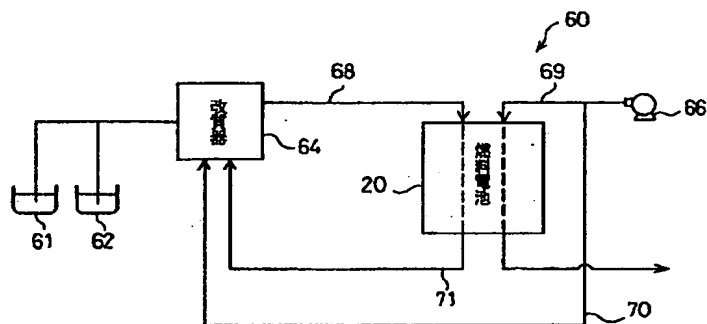
18

- 69…空気供給路
- 70…分岐空気路
- 71…燃料排出路
- 300…燃料電池
- 310…燃料供給通路
- 320…酸化ガス供給通路

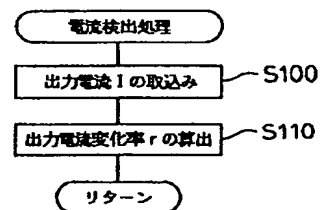
【図2】



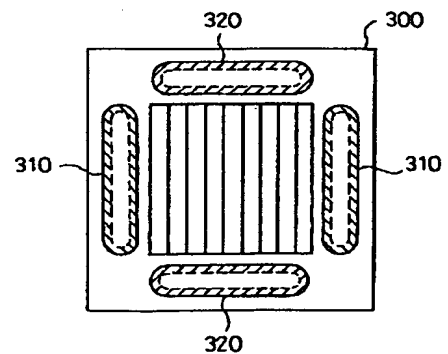
【図3】



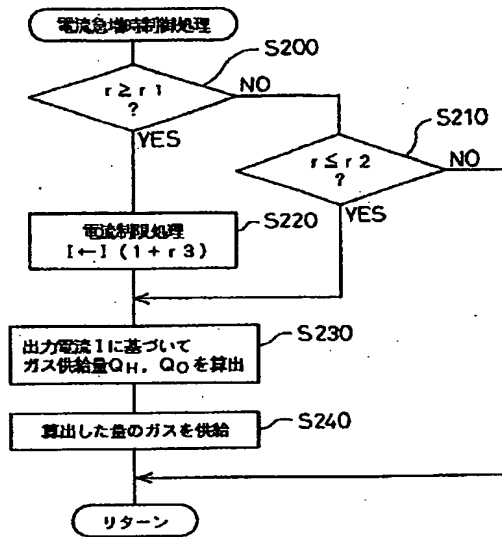
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

